Technical Note

Public Works Canada | Travaux publics Canada

Solar Programs Office (613) 996-9817

No. 9: November, 1982

Propylene Glycol Solutions for Use as Solar Heat Transfer Fluids

1. SYNOPSIS

A propylene glycol solution is usually specified as the heat transfer fluid for closed-loop solar systems. This Technical Note provides details of the physical properties of aqueous glycol solutions for specification purposes. The inclusion of physical and toxological properties of ethylene glycol is for purposes of comparison only and is not an endorsement of the use of ethylene glycol as a solar heat transfer fluid. Material is derived from information prepared by the Union Carbide Corporation.

2. INTRODUCTION

Closed-loop solar systems requiring a method of freeze protection generally use propylene glycol as the heat transfer fluid.

Ethylene glycol, although a superior heat transfer fluid, has a higher oral toxicity which could present a health hazard if it leaked into the potable water supply. This potential health hazard has led most solar manufacturers and designers to specify only propylene glycol solutions for solar applications.

3. PROPERTIES

Details of the physical properties of aqueous glycol solutions are provided in Figures 1 - 9.

3.1 Physical Properties (100% Concentration)

	Ethylene glycol	Propylene glycol
molecular weight	62.07	76.10
apparent specific gravity 20/20°C	1.1155	1.0381
boiling point at 101.3 kPa, °C	197.6	187.3
freezing point, °C	-13.0	-60.0 *
solubility, % by weight, 20°C:		
glycol in water	complete	complete
water in glycol	complete	complete
viscosity at 20°C, cP	19.83	60.5
refractive index, n_D20°C	1.4318	1.4326
heat of vaporization at 101.3 kPa, kJ/kg	847.0	687.0
flash point of commercial material, °C	116.0	101.0

* Propylene glycol does not solidify entirely at this point although it does become a viscous slush.

3.2 Toxicological Properties

- Both ethylene and propylene glycol are of a relatively low order of toxicity.

- Glycols should not be ingested, with the notable exception of propylene glycol which is considered safe for human consumption.

- Most glycols do not vaporize readily at room temperature, therefore they do not constitute a hazard from inhalation.

. The following toxicological properties of propylene and ethylene glycol have been determined from animal related studies. The results cannot be directly applied to humans without the use of suitable safety factors.

	Ethylene glycol	Propylene glycol
single oral LD_{50} dose (rats), mL/kg	7.40 *	34.6
probable oral lethal** dose (humans)	5-15 g/kg (from 0.25 to 1 litre for a 70 kg person)	above 15 g/kg (more than 1 litre for a 70 kg person)
single inhalation concentrated vapour (rats)	8 hours killed none of 6	8 hours killed none of 6

* Single dose oral toxicity to humans is greater.

** From CSA Standard F379-M1982 (preliminary).

No legal responsibility is assumed, although all studies and opinions reported here are those of qualified experts.

. The term LD_{50} refers to that quantity of chemical which kills 50 per cent of dosed animals within 14 days. For uniformity, dosage is expressed in grams or milliliters per kilogram of body weight.

. Single inhalation refers to the continuous breathing of a certain concentration of chemical for the stated period of time.

4. USE OF PROPYLENE GLYCOL WITH EXPANSION TANKS

Most expansion tanks specified for use in PUSH solar heating systems have butyl rubber diaphragms that decompose over time due to a chemical reaction with propylene glycol. It is strongly recommended that such tanks not be specified with systems using propylene glycol. The only recommended alternative currently available is an expansion tank with an EPDM diaphragm. See Technical Note No. 6, "The Use of Expansion Tanks with Propylene Glycol."

Reference: "GLYCOLS"
Union Carbide Corporation
Chemicals and Plastics
270 Park Avenue
New York, N.Y. 10017

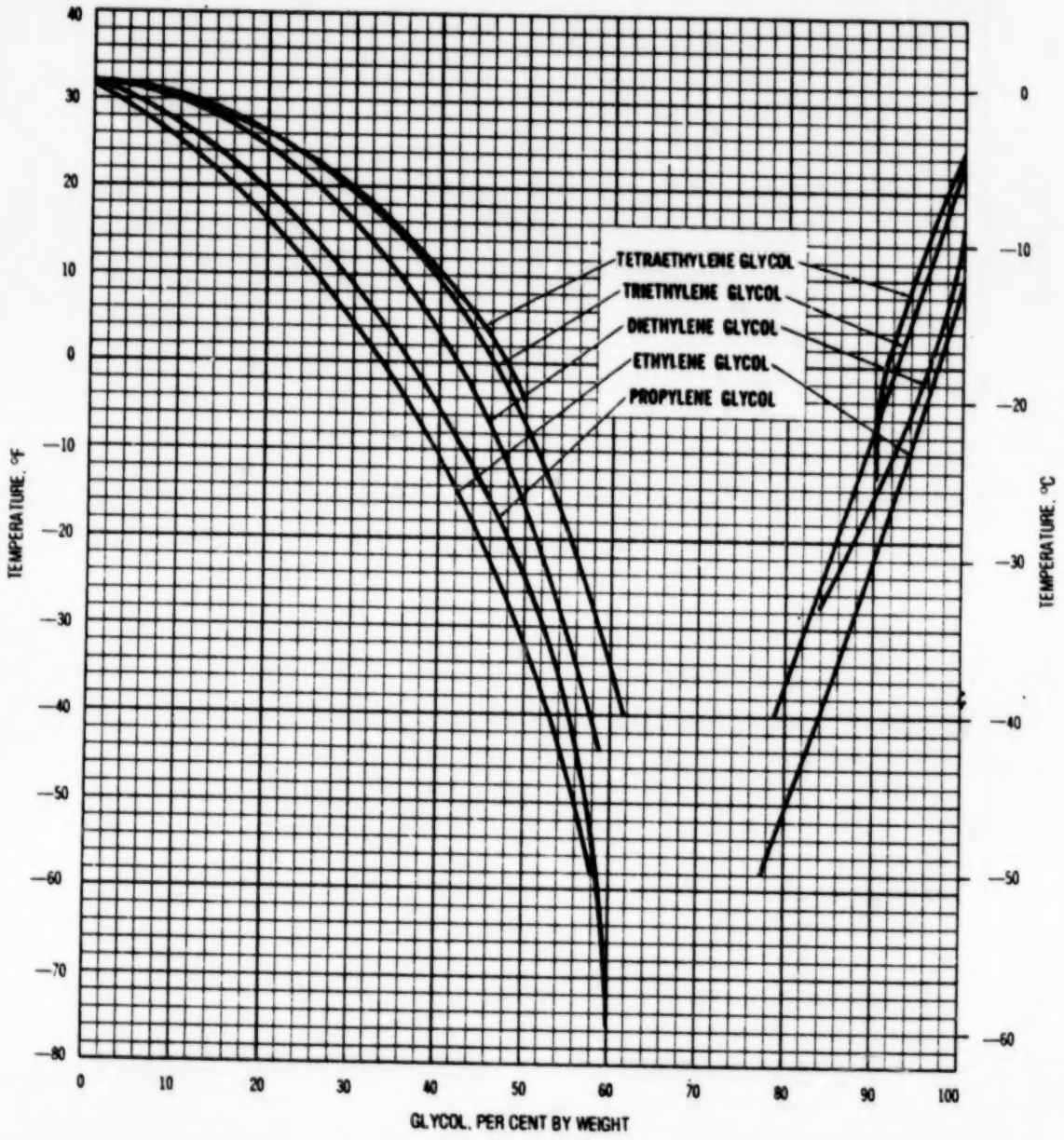


Figure 1: Freezing Points of Aqueous Glycol Solutions

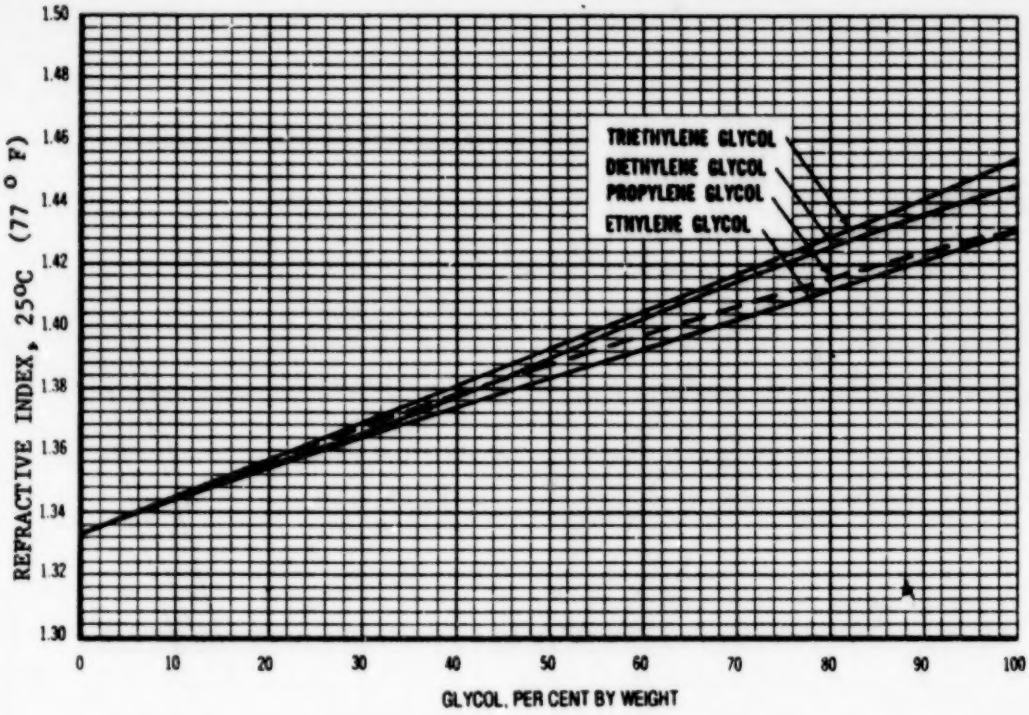


Figure 2: Refractive Index of Aqueous Glycol Solutions at 25°C (77°F)

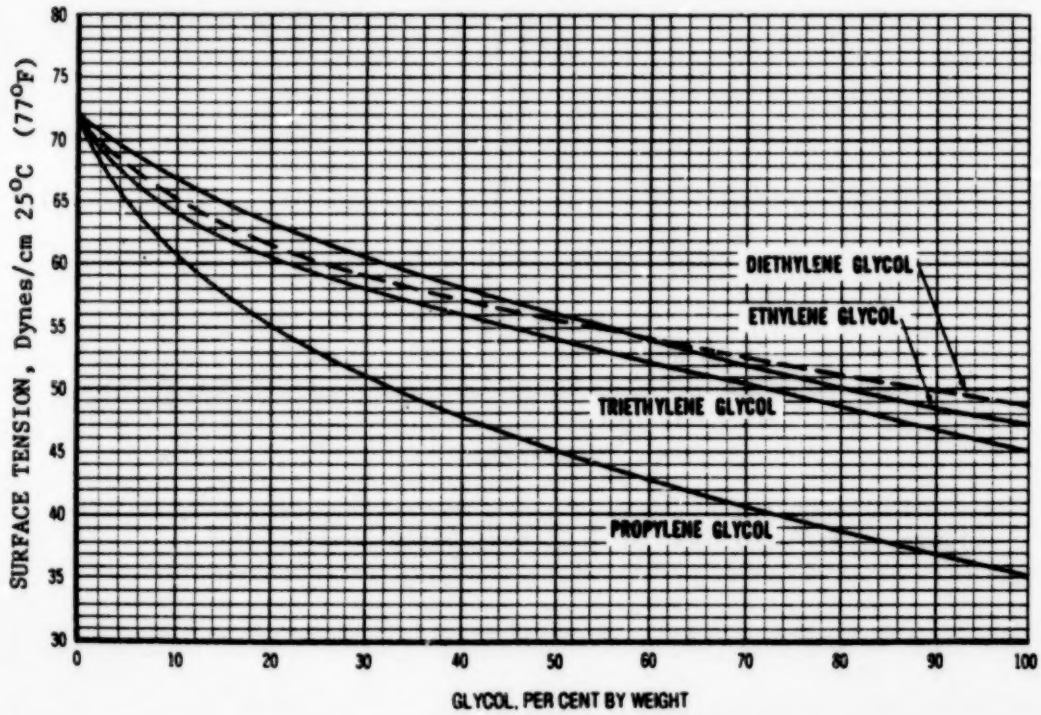


Figure 3: Surface Tension of Aqueous Glycol Solutions at 25°C (77°F)

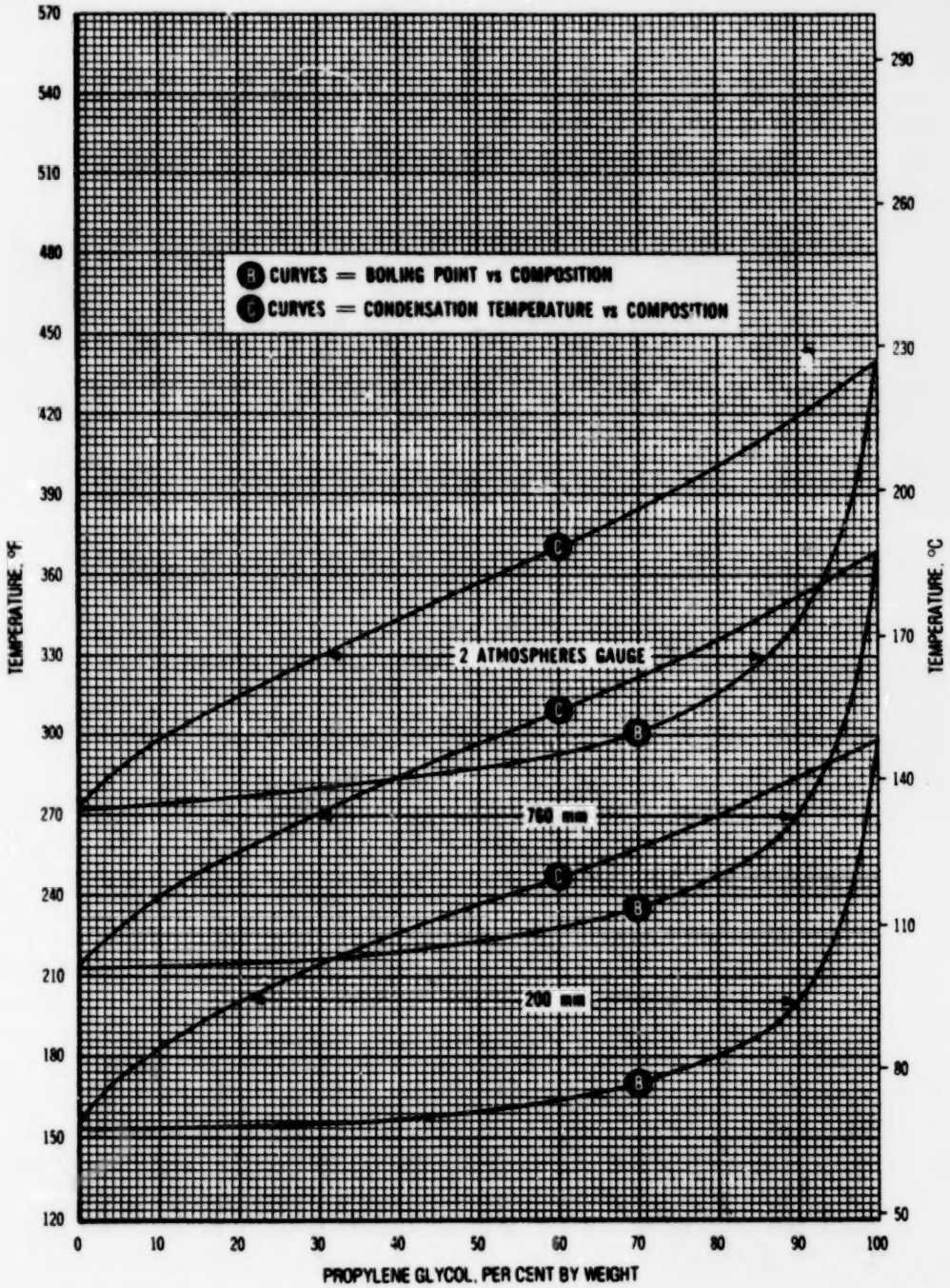


Figure 4: Boiling Points and Condensation Temperatures versus Composition of Aqueous Propylene Glycol Solutions at Various Pressures

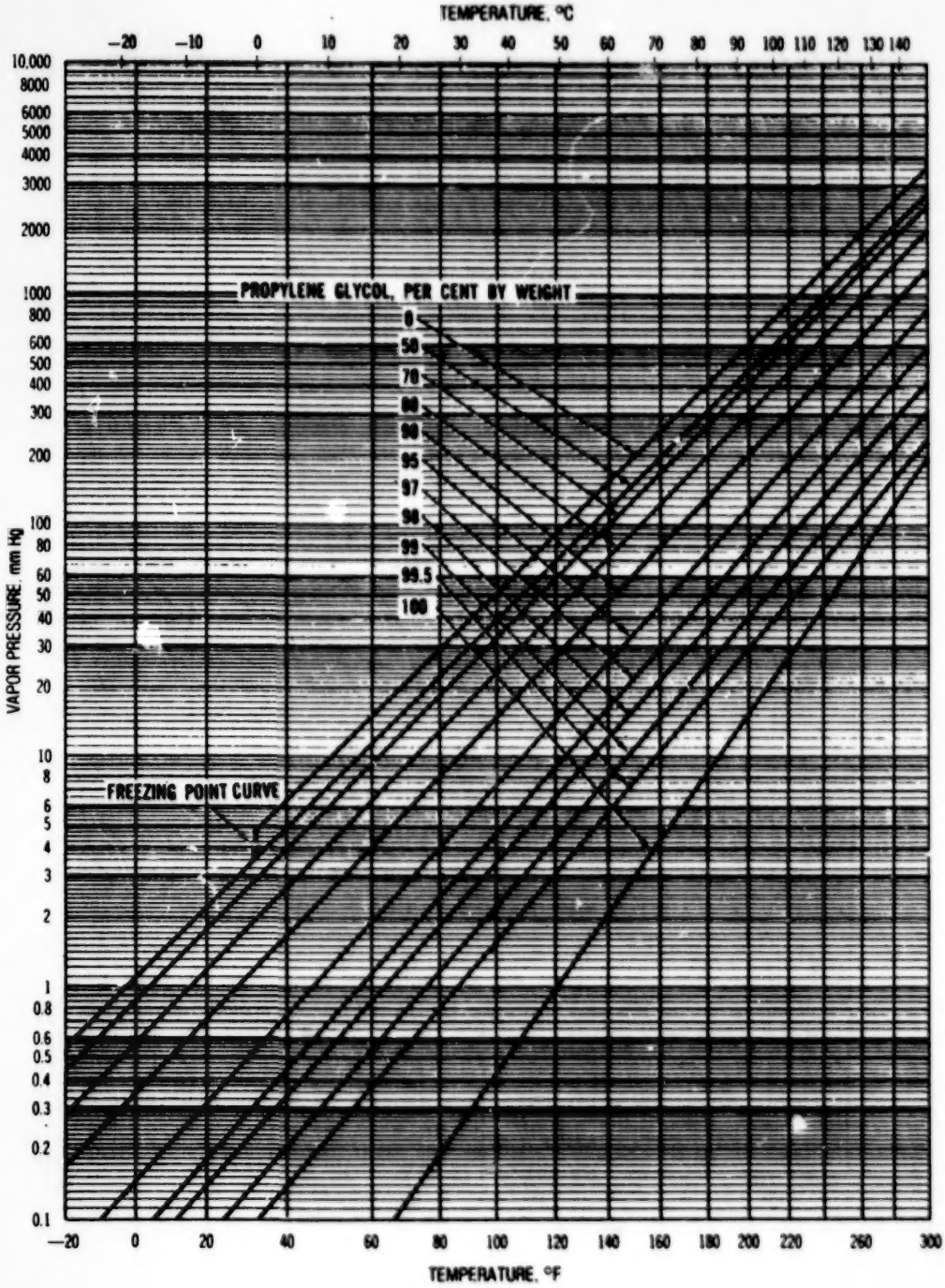


Figure 5: Vapour Pressures of Aqueous Propylene Glycol Solutions

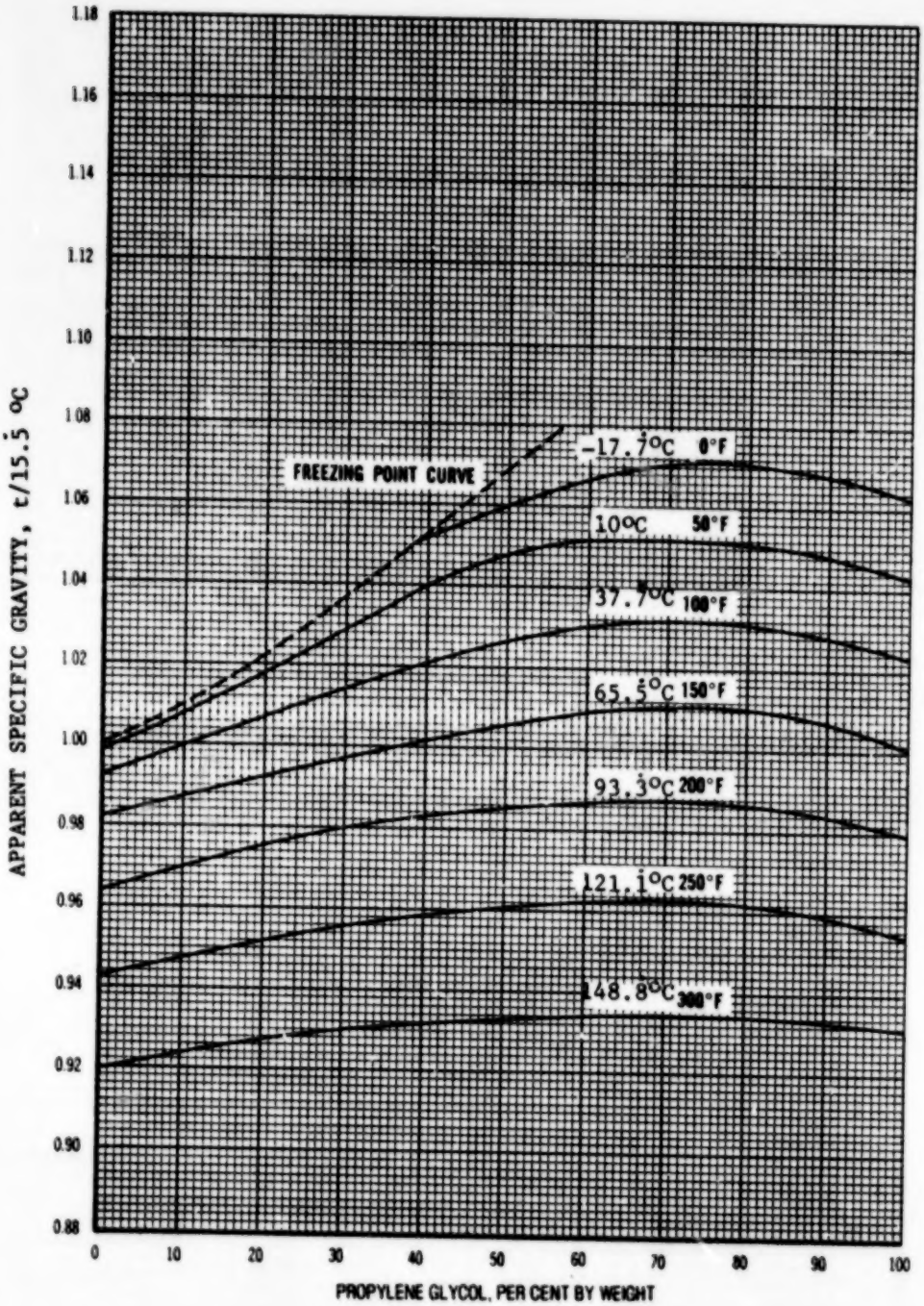
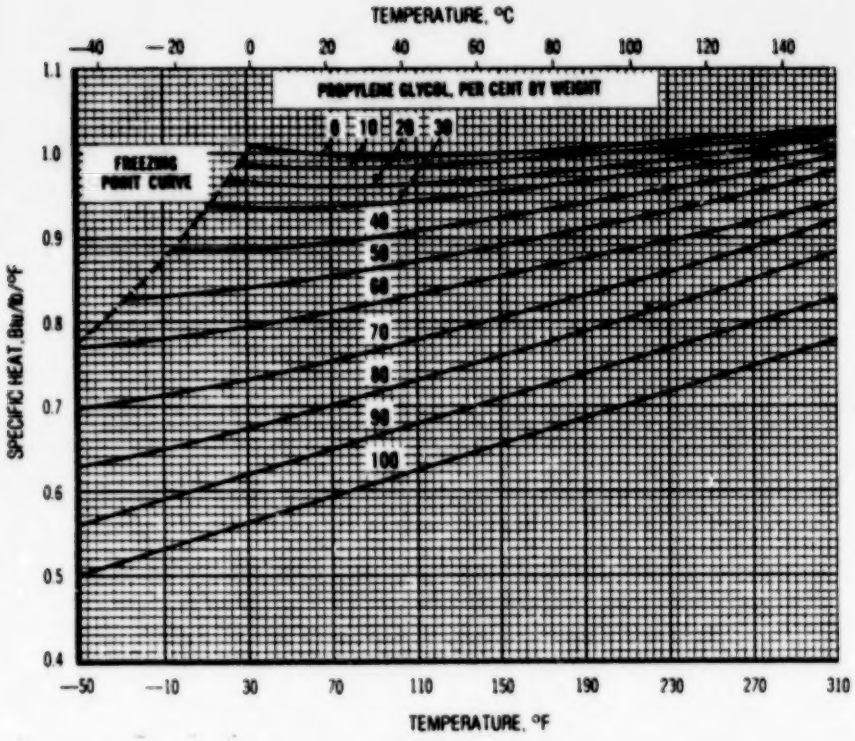
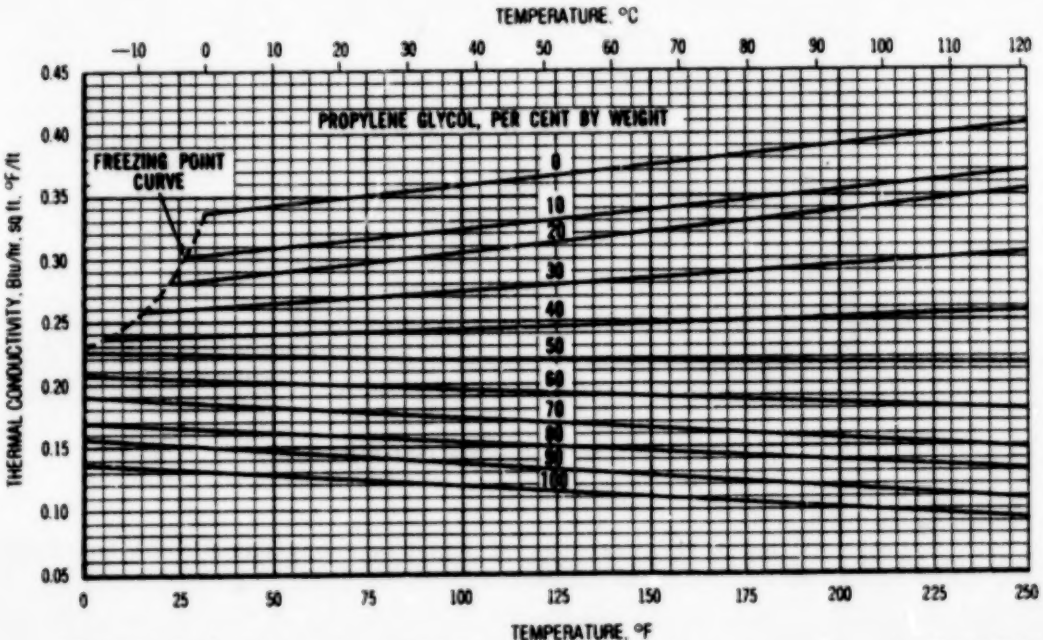


Figure 6: Specific Gravities of Aqueous Propylene Glycol Solutions



(1 Btu/lb/°F = 4.19 kJ/(kg.°C))

Figure 7: Specific Heats of Aqueous Propylene Glycol Solutions



(1 Btu/hr.sq.ft.,°F/ft = 1.73 W/m^2,°C/m)

Figure 8: Thermal Conductivities of Aqueous Glycol Solutions

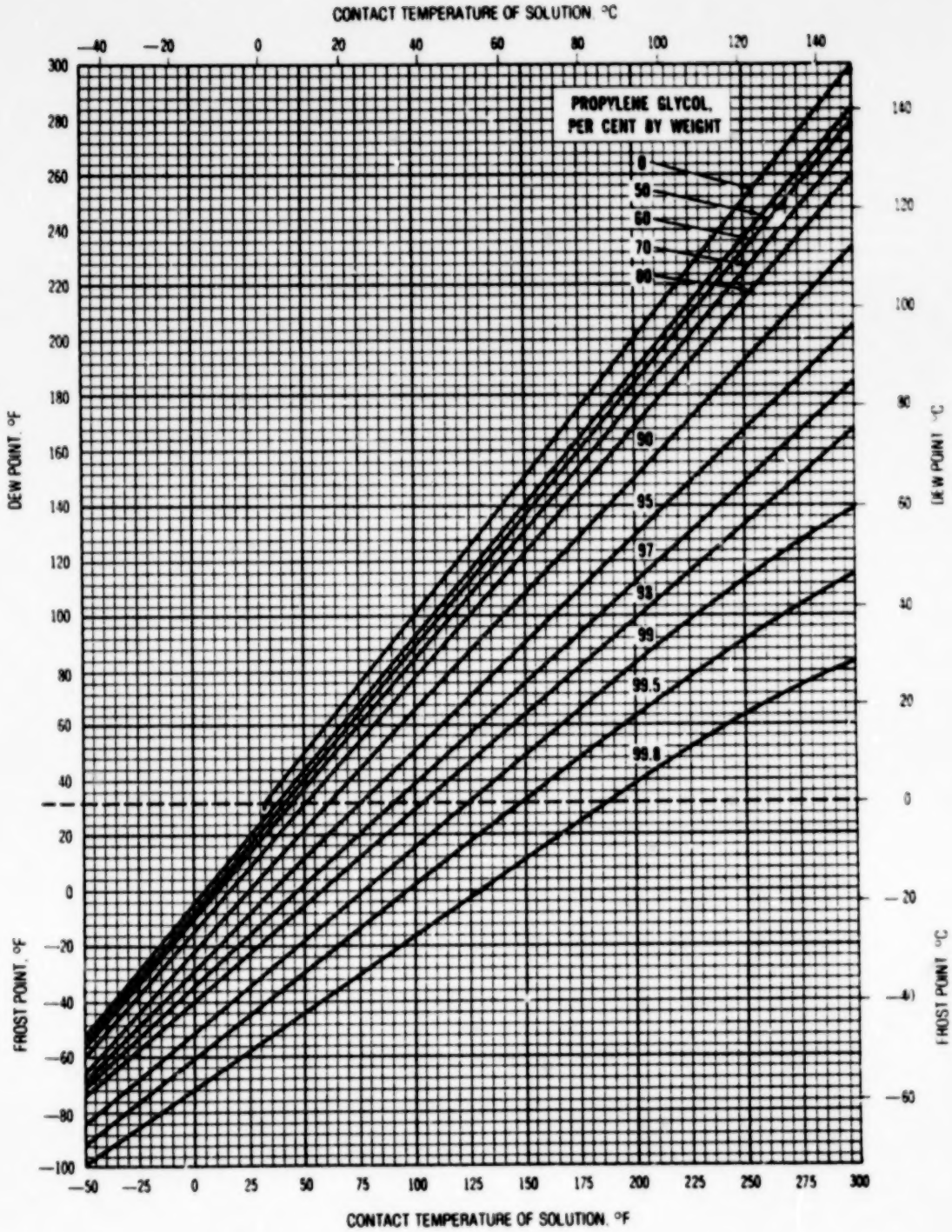


Figure 9: Dew Points of Aqueous Propylene Glycol Solutions at Various Contact Temperatures

Guide technique

Travaux publics Canada | Public Works Canada

Bureau des programmes solaires (613) 998-9817

N° 9: Novembre 1982

Solutions de propylène glycol utilisées comme liquides caloporteurs dans les systèmes de chauffage solaire

1. RÉSUMÉ

Les systèmes de chauffage solaire en circuit fermé utilisent généralement une solution de propylène glycol comme liquide caloporteur. La présente Guide technique fournit des précisions sur les propriétés physiques des solutions aqueuses de glycol à des fins de spécifications. Elle a été rédigée grâce aux données fournies par la "Union Carbide Corporation". Les propriétés physiques et toxicologiques de l'éthylène glycol ne sont mentionnées qu'à titre de comparaison; on ne recommande pas l'utilisation d'éthylène glycol comme liquide caloporteur dans les systèmes de chauffage solaire.

2. INTRODUCTION

Les systèmes de chauffage solaire en circuit fermé, qui requièrent un dispositif antigel, utilisent généralement du propylène glycol comme liquide caloporteur.

L'éthylène glycol qui se revèle pourtant un meilleur liquide caloporteur présente une toxicité plus élevée par voie orale et serait un danger pour la santé s'il venait à contaminer l'eau potable. C'est pourquoi les fabricants et les concepteurs de système à énergie solaire recommandent de n'employer que des solutions de propylène glycol.

3. PROPRIÉTÉS

Les précisions sur les propriétés physiques des solutions aqueuses de glycol sont fournies dans les figures 1 - 9.

3.1 Propriétés physiques (à une concentration de 100%)

	Éthylène glycol	Propylène glycol
masse moléculaire	62,07	76,10
densité apparente 20/20°C	1,1155	1,0381
point d'ébullition à 101.3 kPa, °C	197,6	187,3
point de congélation, °C	-13,0	-60,0 *
solubilité, % en masse, à 20°C:		
glycol dans l'eau	complète	complète
l'eau dans le glycol	complète	complète
viscosité a 20°C, cP	19,83	60,5
indice de réfraction, n_D20°C	1,4318	1,4326
chaleur de vaporisation à 101.3 kPa, kJ/kg	847,0	687,0
point d'éclair du produit commercial, °C	116,0	101,0

* Le propylène glycol ne se solidifie pas complètement à cette température, même s'il se transforme en boue visqueuse.

3.2 Propriétés toxicologiques

- L'éthylène glycol et le propylène glycol ont une toxicité relativement faible.

- Les glycols ne doivent en aucun cas être ingérés, à l'exception du propylène glycol dont l'ingestion n'est pas considérée comme dangereuse pour l'homme.

- La plupart des glycols ne se vaporisent pas facilement à la température ambiante; il n'y a donc aucun risque d'absorption par inhalation.

. Des études connexes réalisés sur des animaux ont permis de déterminer certaines propriétés du propylène glycol et de l'éthylène glycol. On ne peut appliquer directement ces résultats à l'homme sans utiliser des facteurs de sécurité appropriés.

	Éthylène glycol	**Propylène glycol**
DL_{50} unique par voie orale (rat), mL/kg	7,40 *	34,6
dose mortelle probable par voie orale (homme) **	de 5 à 15 g/kg (entre 0,25 et 1 litre pour une personne de 70 kg)	plus de 15 g/kg (plus de 1 litre pour une personne de 70 kg)
inhalation unique de vapeurs concentrées (rat)	aucune mortalité chez les 6 rats après 8 heures	aucune mortalité chez les 6 rats après 8 heures

* La dose toxique unique administrée par voie orale est plus grande chez l'homme.

** Tiré de la norme préliminaire CSA F379-M1982.

La responsabilité légale n'est acceptée que pour le fait que toutes les études et toutes les observations signalées émanent de personnes qualifiées.

. Le terme DL_{50} désigne la quantité de produit chimique qui provoque la mort de 50 pour cent des animaux exposés en 14 jours. Pour assurer l'uniformité, les doses sont exprimées en gramme ou en millilitres par kilogramme de masse corporelle.

. L'expression inhalation unique désigne l'inhalation continue d'une certaine concentration du produit chimique durant la période mentionnée.

4. UTILISATION DE PROPYLENE GLYCOL AVEC DES VASES D'EXPANSION

La plupart des vases d'expansion spécifié pour être utilisée dans les systèmes de chauffage solaire du programme A.U.E.S. comportent une membrane en caoutchouc butylique qui se décompose à la longue par réaction chimique avec le propylène glycol. On recommande fortement de ne plus utiliser ces vases dans les systèmes à propylène glycol. La seule solution actuellement disponible consiste à utiliser un vase d'expansion avec une membrane d'EPDM. Voir guide technique n° 6, "Utilisation des vases d'expansion avec le propylène glycol.

Référence: "GLYCOLS"
Union Carbide Corporation
Chemicals and Plastics
270 Park Avenue
New York, N.Y. 10017

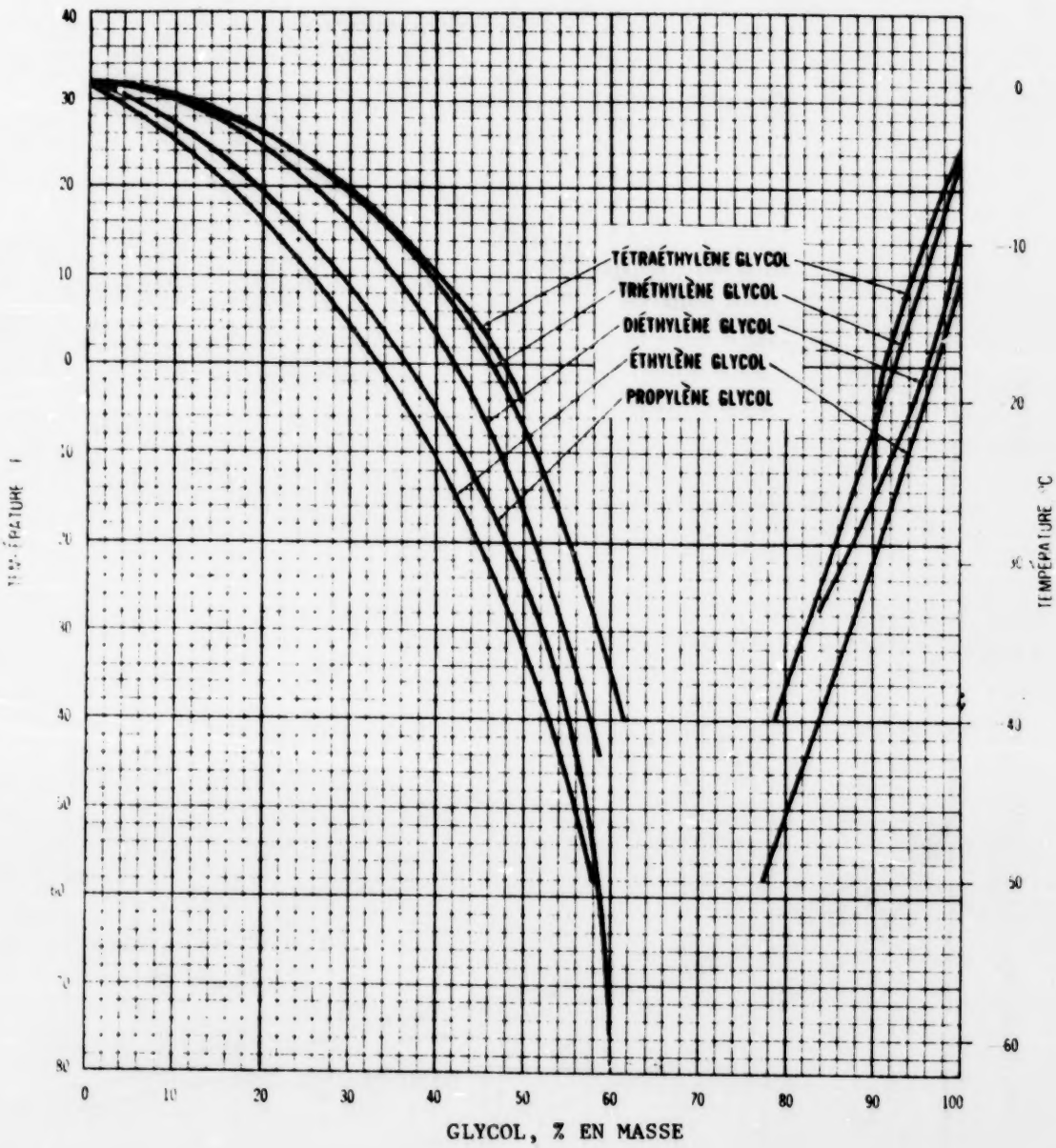


Figure 1: Point de congélation de solutions aqueuses de glycol

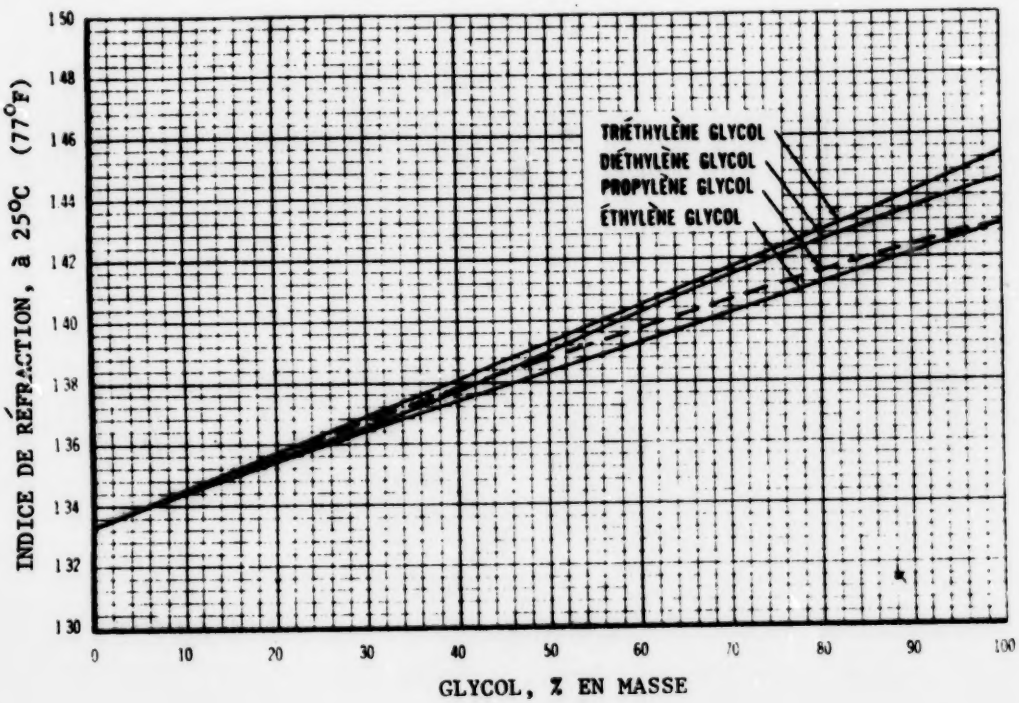


Figure 2: Indice de réfraction de solutions aqueuses de glycol à 25°C (77°F)

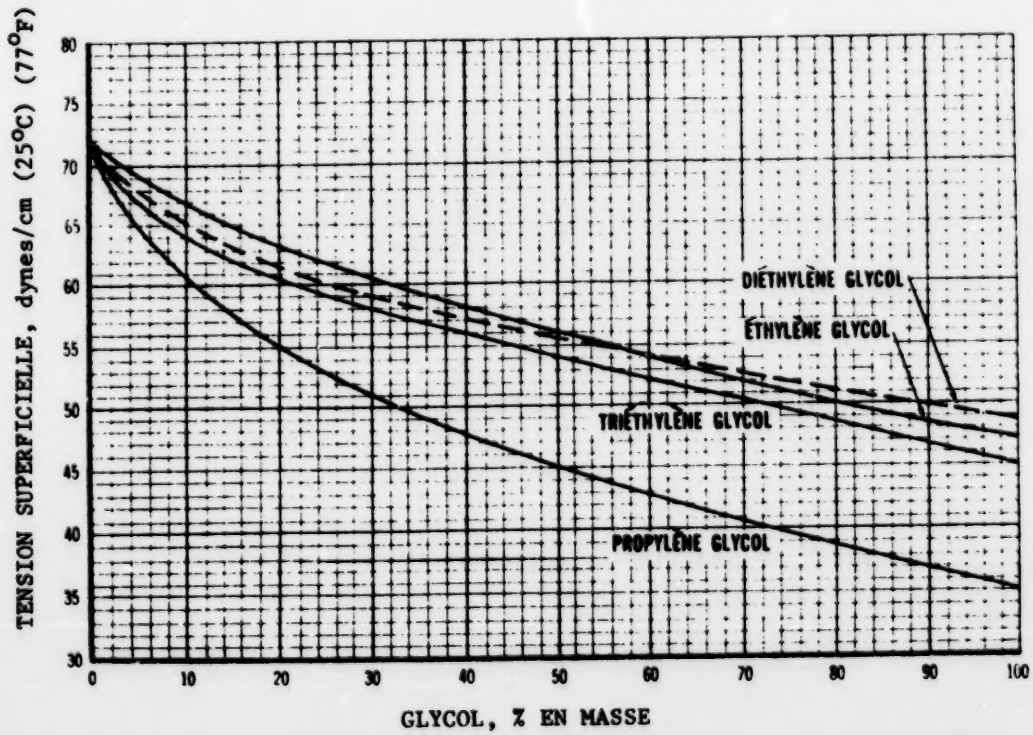


Figure 3: Tension superficielle de solutions aqueuses de glycol à 25°C (77°F)

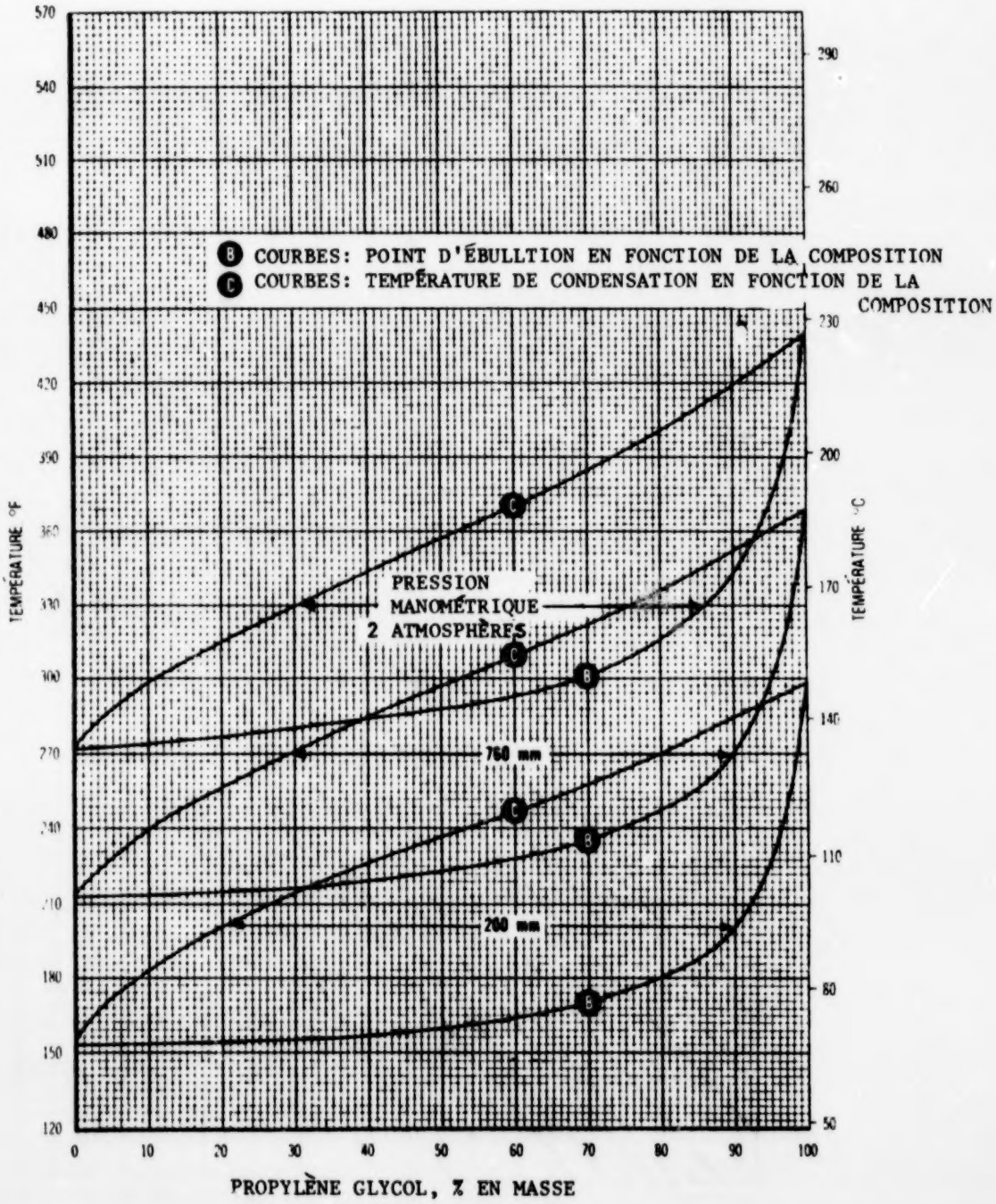


Figure 4: Point d'ébulltion et températures de condensation en fonction de la composition de solutions aqueuses de propylène glycol à différentes pressions

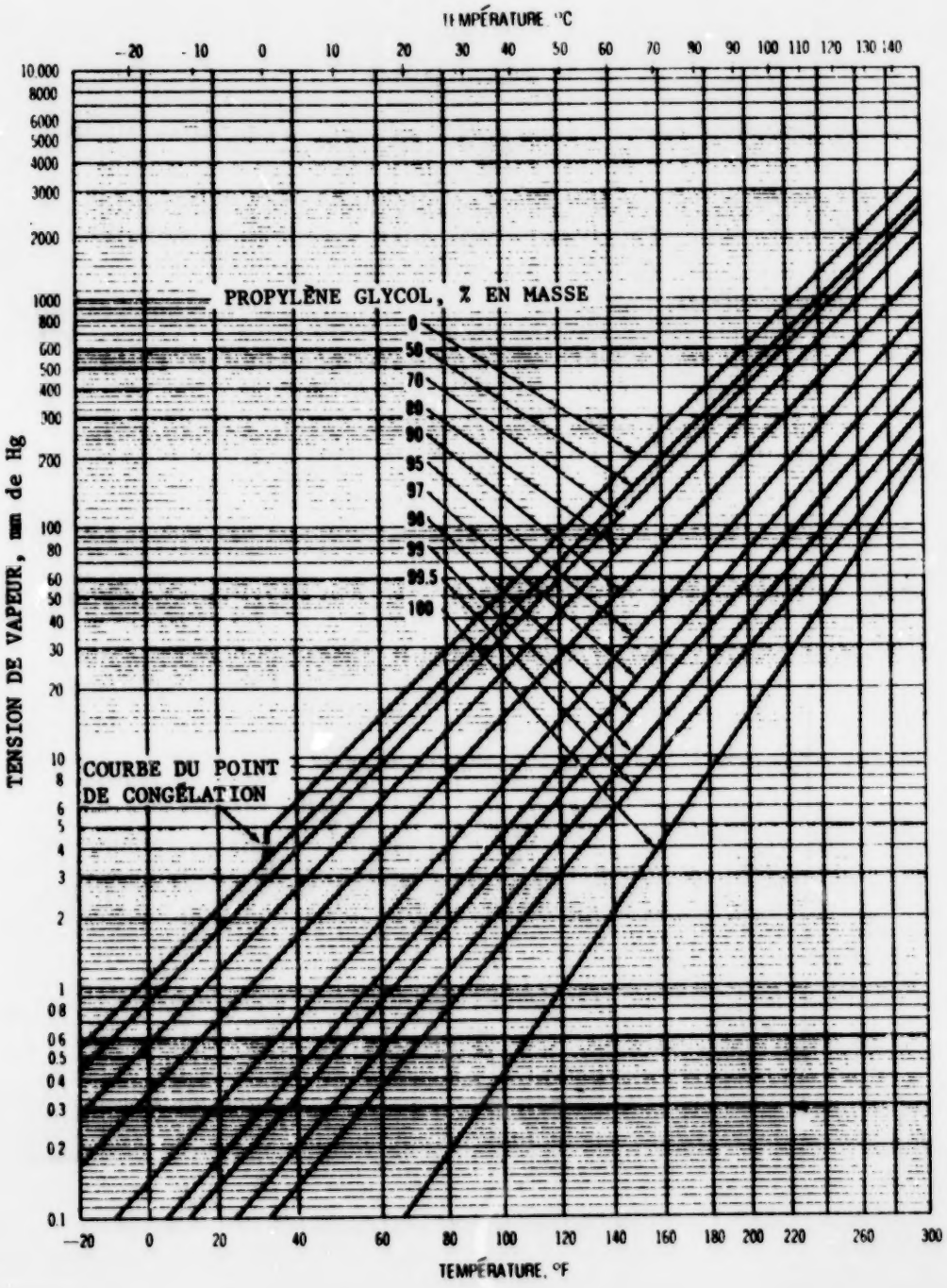


Figure 5: Tension de vapeur de différentes solutions aqueuses de propylène glycol

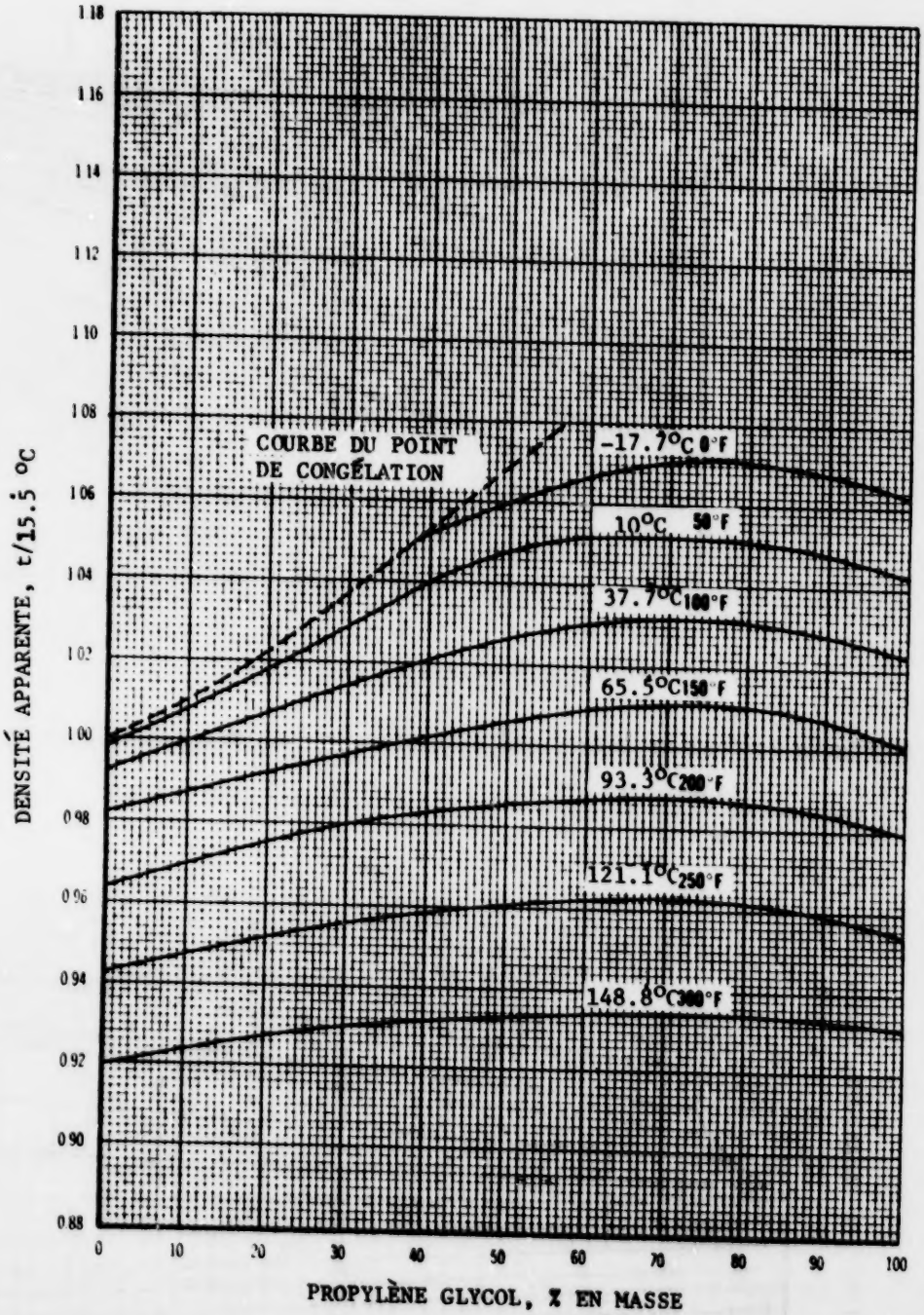
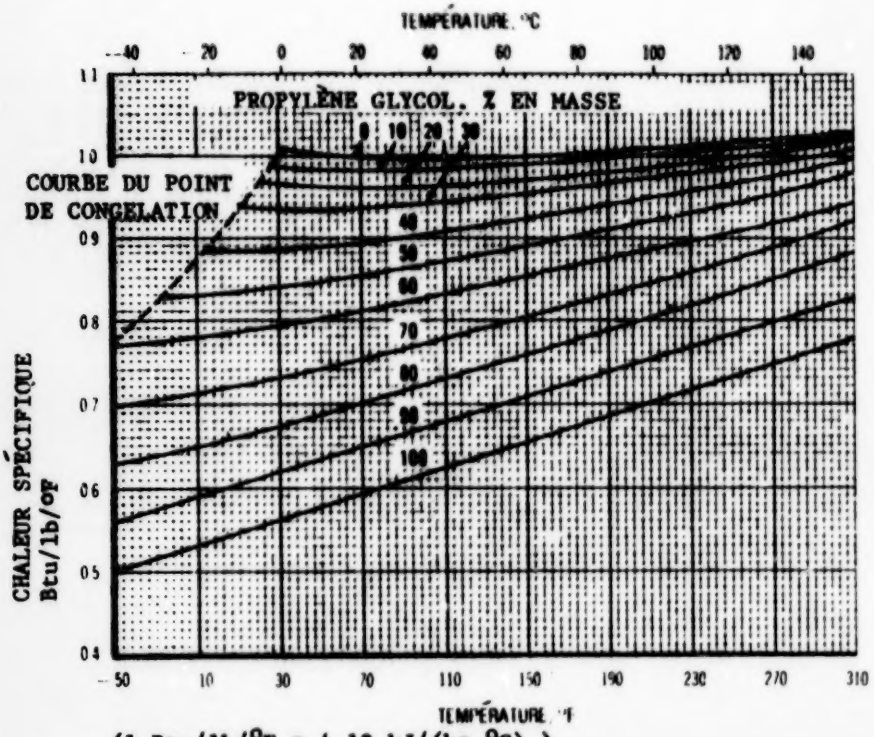
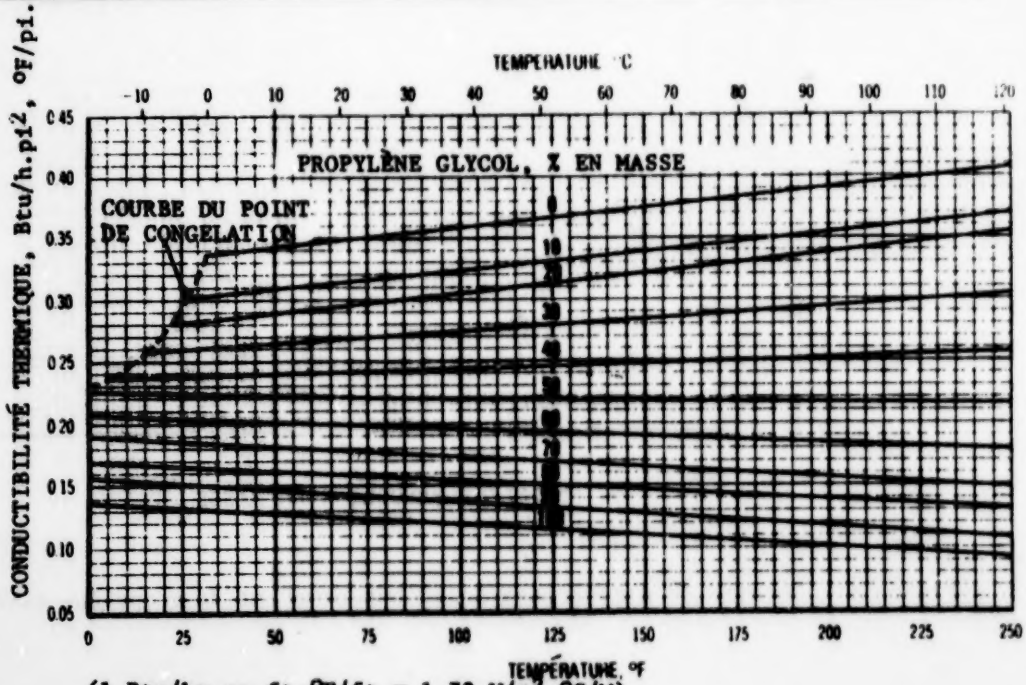


Figure 6: Densité de différentes solutions aqueuses de propylène glycol



(1 Btu/lb/°F = 4.19 kJ/(kg.°C))

Figure 7: Chaleur spécifique de différentes solutions aqueuses de propylène glycol



(1 Btu/hr,sq.ft.,°F/ft = 1.73 W/m², °C/M)

Figure 8: Conductibilité thermique de différentes solutions aqueuses glycol

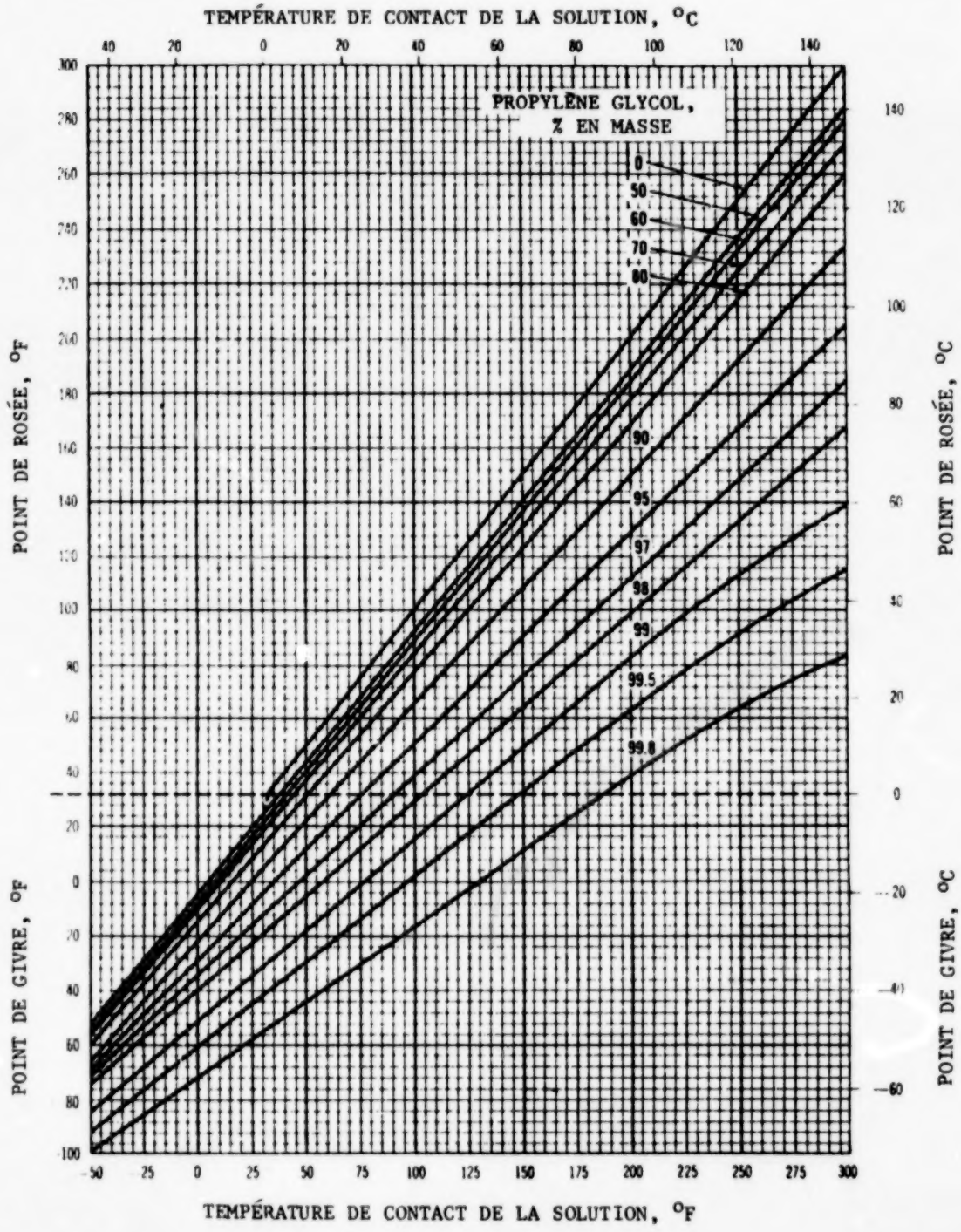


Figure 9: Point de rosée de différentes solutions aqueuses de propylène glycol, pour différentes températures de contact.